

栈橋の鋼管杭と上部工接合部の力学的挙動に関する実験的検討

運輸省港湾技術研究所 正会員 片岡保人

同 上 正会員 横田 弘

同 上 学生会員 菅原 亮

1. まえがき

港湾構造物の技術基準が改正され、直杭式横栈橋の耐震設計では保有耐力法による性能照査が採用されている¹⁾。保有耐力法における弾塑性解析では、従来一般に鋼管杭と上部工接合部は剛結として扱われている。しかしながら、接合部の力学的非線形挙動（回転変形挙動）が栈橋全体の変位やエネルギー吸収能に少なからず影響することが指摘されており²⁾、より安全で経済的な栈橋を設計するためには、接合部の非線形挙動を把握する必要がある。そこで本稿では、栈橋接合部の諸元をパラメータとした模型載荷試験を実施し、剛性、耐力などについて検討したので、その結果について報告する。

2. 実験方法

図1に試験体および載荷方法の概要を示す。

試験体は、実際の栈橋接合部の約 1/2 の大きさのL字型とした。上部工寸法は、長さ 3000×高さ 700×幅 700mm の鉄筋コンクリート製（コンクリート設計基準強度 24N/mm²、鉄筋 SD295A 材）とし、そこに長さ 3000mm、外径 500mm、肉厚 9mm の鋼管（STK400 材）を埋め込み、RC 上部工下縁から 500mm の位置までコンクリートを中詰した。

試験体は全部で4体とした。CASE1は実栈橋でも一般的に用いられている基本タイプで、接合部詳細を図2に示す。主鉄筋はD22を4本とし、鋼管に肉厚9mmのプレート（SS400材）を溶接し、さらにプレートに鉄筋を溶接している。CASE2は、CASE1と同様にプレートを設けて鉄筋を溶接しているが、D22を6本と鉄筋量を増やしたタイプである。CASE3は、鉄筋量はCASE1と同じ（4-D22）であるが、プレートを設けずに鋼管にあけた穴に鉄筋を通して溶接したタイプである。また、CASE4は図3に示すように、鉄筋の代わりにH形鋼（SS400材）を使用したタイプである。

これらの試験体を水平面に設置し、接合部に最大曲げモーメントが作用するように、上部

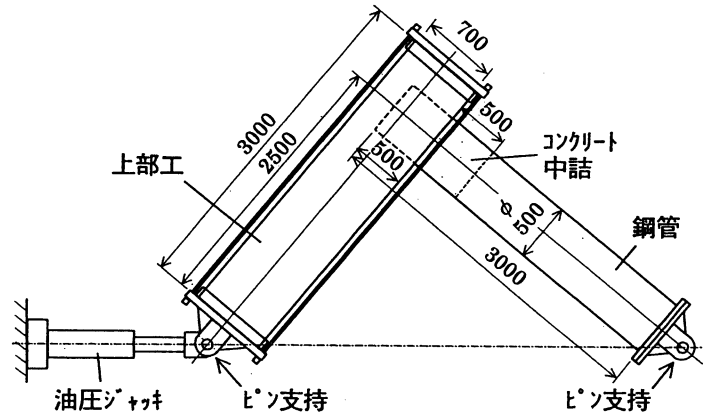


図1 試験体および載荷方法

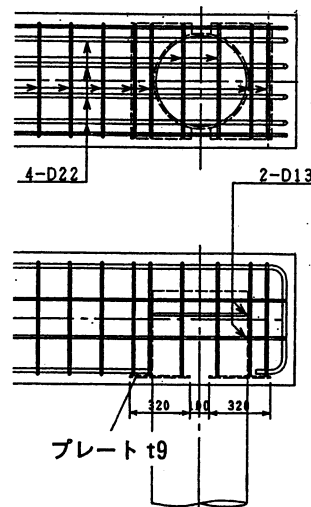


図2 CASE1 接合部

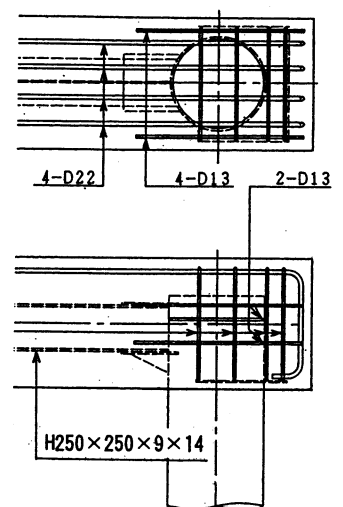
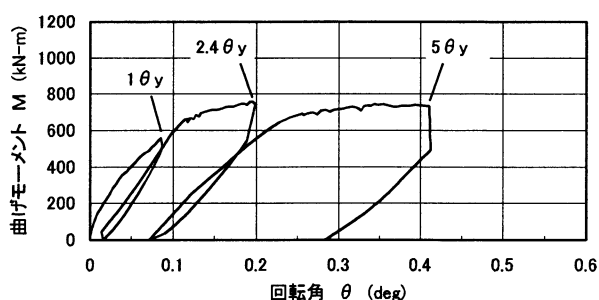


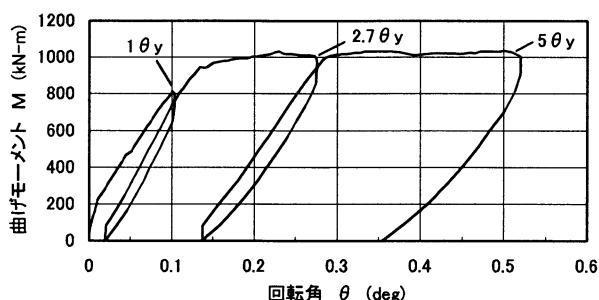
図3 CASE4 接合部

キーワード：栈橋、接合部、載荷実験、耐力、非線形挙動

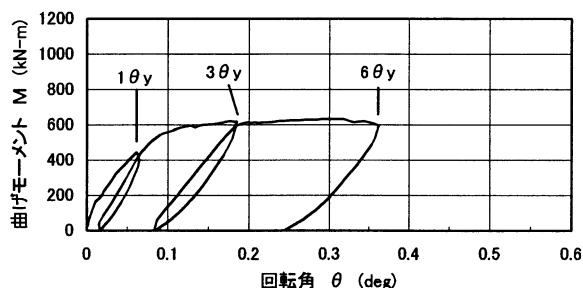
〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 TEL:0468-44-5031 FAX:0468-44-0255



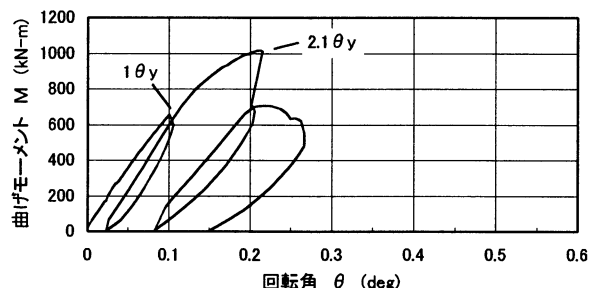
(1) CASE1



(2) CASE2



(3) CASE3



(4) CASE4

図4 接合部の曲げモーメント－回転角関係

工および鋼管端部をピン支持とし、油圧ジャッキにより上部工端部側から鋼管端部方向に荷重を負荷した。また、杭頭部周辺に変位計をセットし、鋼管に対する上部工の相対変位を計測し、接合部の回転角 θ を算出した。鉄筋あるいは鋼管いずれかでの応力度が降伏応力度に達したときの接合部の回転角を $1\theta_y$ とし、負荷除荷の繰返しにより $5\sim 6\theta_y$ 程度まで載荷することとした。

3. 実験結果と考察

図4(1)～(4)に各試験体の接合部における曲げモーメント M と回転角 θ の関係を示す。図4(1)に示すように基本タイプ CASE1 の場合、曲げモーメント約 $280\text{kN}\cdot\text{m}$ のとき上部工コンクリート引張側にひび割れが発生し、 $560\text{kN}\cdot\text{m}$ のとき上部工引張側鉄筋が降伏に至った。そしてほぼ $2.4\theta_y$ 時に最大曲げモーメント ($760\text{kN}\cdot\text{m}$) に達し、その後 $5\theta_y$ まで変形が進んでも耐力は低下せずほぼ一定であった。試験終了後、上部工引張側には多くのひび割れが見られ、圧縮側杭頭部周辺には、鋼管の押し込みによる表面コンクリートの剥落が数カ所観察された。接合部の回転変形は主に、この上部工引張側コンクリートのひび割れ進展と、圧縮側コンクリートの圧壊によるものと考えられる。図4(2)に示した CASE2 では、CASE1 に比較して接合部の曲げに対する剛性、耐荷力ともに幾分大きくなっている。これは、鉄筋量の違いによるものと考えられる。また、CASE1 と同じく最大曲げモーメントに達した後も耐力の低下は見られない。図4(3)に示すように、プレート設けず鋼管内に鉄筋を通した CASE3 の場合、鉄筋量が同じにも関わらず CASE1 よりも耐荷力が低下している。この結果より、鋼管に溶接したプレートも接合部の耐荷力に幾分寄与しているものと考えられる。図4(4)に示した CASE4 の場合、最大曲げモーメント ($2.1\theta_y$ 時) は CASE2 とほぼ同じであったが、その後急激な耐力の低下が見られた。これは、H形鋼とコンクリート界面が一気に剥離したことが原因ではないかと推察される。

4. まとめ

一般的に用いられているタイプの接合部では、最大耐力に達した後も、接合部の回転角が少なくとも $5\theta_y$ 程度までは耐荷力が低減しないことが確認できた。また、接合部の剛性や耐荷力などの力学的性状には、上部工の配筋量などが影響を及ぼすことがわかった。

参考文献 1)運輸省港湾局監修：港湾の施設の技術上の基準・同解説，日本港湾協会，1999， 2)横田他：鋼直杭式栈橋の地震時保有耐力に関する実験および解析，港湾技術研究所報告，第38巻，第2号，1999。